



# การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

## A Development and Efficiency Assessment of the Solar Cell Angle Adjuster Controlled by Programmable Logic Controller (PLC)

สมเกียรติ สุทธิยาพิพัฒน์<sup>1</sup>

Somkiat Sutthiyapiwat<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC การดำเนินการวิจัย มี 2 ขั้นตอน คือตอนที่ 1 การสร้างและพัฒนาเครื่อง ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC โดยเปรียบเทียบการติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 สร้างระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมตามดวงอาทิตย์ 5 มุม ดังนี้ มุม 45 องศา มุม 67 องศา มุม 90 องศา มุม 112 องศา และมุม 135 องศา แบบที่ 2 แบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์คงที่ ที่มุม 90 องศา กับแนวระดับ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะเริ่มประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ช่วงเวลาประมาณ 9:00 – 16:00 น. หรือประมาณ 7 ชั่วโมง และกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในการประจุแบตเตอรี่จะได้อยู่ในช่วงประมาณ 55 – 81 วัตต์ จากการทดลองการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบที่ทำมุม 45 องศา ในช่วงเวลา 06:00 – 08:00 น. ทำมุม 67 องศา ในช่วงเวลา 08:00 – 11:00 น. ทำมุม 90 องศา ในช่วงเวลา 11:00 – 13:00 น. ทำมุม 112 องศา ในช่วงเวลา 13:00 – 16:00 น. และ ทำมุม 135 องศา ในช่วงเวลาประมาณ 16:00 – 18:00 น. จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 69.45 วัตต์ต่อวัน และที่มุมคงที่ 90 องศา กับแนวระดับ จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 53.62 วัตต์ต่อวัน สรุปได้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมตามดวงอาทิตย์จะทำให้ได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มุม 90 องศา คงที่กับแนวระดับ

**คำสำคัญ:** แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องปรับมุมอัตโนมัติ ความเข้มแสงอาทิตย์

### Abstract

This study aimed to compare the efficiency of electric power made by two solar cells systems, the solar cell with at five angles, 45, 67, 90, 112 and 135 degrees. They started charging the battery from 09:00 am - 04:00 pm (7 hrs) and the electrical power of solar cells collected in the range of 55-81 watts. The results of the study showed that the solar cell five-angles average electric power was 69.45 watts per day which charge the battery from 06:00 - 08:00 am, 08:00 - 11:00 am, 11:00 am - 01:00 pm, 01:00 - 04:00 pm and 04:00 - 08:00 pm, whose angles were a 45, 67, 90, 112 and 135 degree, respectively. Meanwhile, the result of the solar cell which fixed system at a 90 degree angle average showed that the electric power was 53.62 watts per day. In conclusion, the solar cell at three angles generated more efficient electrical power when comparing to that of the solar cell that fixed system at a 90 degree angle.

**Keywords:** Solar cell, Automatic Angle Adjuster, Sun Intensity

<sup>1</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา มหาวิทยาลัยนครราชสีมา นครราชสีมา

<sup>1</sup> Narathiwat Technical College Princess of Naradhiwas University

## บทนำ

ปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมาใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ 2 รูปแบบ คือ การใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อน จากดวงอาทิตย์โดยตรงกับการนำพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับความเข้มแสงในแต่ละพื้นที่ สถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมาติดตั้งอุปกรณ์วัดความเข้มแสง สรุปลักษณะความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือน ปี 2553 ของจังหวัดนครราชสีมาความเข้มแสงเฉลี่ยรายปี 19.17 (เมกะจูล/ตารางเมตร.วัน) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2553) พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาผลิตไฟฟ้า ด้วยวิธีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันโรงไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย ทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก จะมีการเลือกเทคโนโลยีในการติดตั้งแผงเซลล์อาทิตย์ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเงินลงทุนของแต่ละบริษัท ที่นิยมใช้กันอยู่เวลานี้จะมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ การติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed system) ซึ่งเป็นการติดตั้งแผงแบบระบุตำแหน่งชัดเจน โดยใช้การคำนวณจากข้อมูลเฉลี่ยของระดับความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ เพื่อกำหนดองศาของการติดตั้งแผงเพื่อรับแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และการติดตั้งแบบหมุนตาม ดวงอาทิตย์ (Tracking system) (เอ็กโก กรุ๊ป, 2556) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่นี้ ทำให้ได้รับค่าพลังงาน จากแสงอาทิตย์ได้ดีเพียงบางช่วงเวลา หรือประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ตลอดวันออกไปสู่ทิศตะวันตก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ จะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ในเวลาที่ยังวันเท่านั้น จึงทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่เต็มศักยภาพ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานเต็ม ประสิทธิภาพจะต้องทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เท่านั้น (อนุชา ตีมาง, 2550) งานวิจัยนี้สร้างระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน แสงอาทิตย์ และเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามดวงอาทิตย์ โดยชุดควบคุมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวนำกำลัง ในการขับเคลื่อน มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนที่ไปตามมุมที่กำหนด และชุดตั้งเวลาควบคุมการทำงาน โดยระบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะปรับมุมให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์มากที่สุดในแต่ละวัน และวัดค่าทางไฟฟ้าของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตได้ แล้วนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำได้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

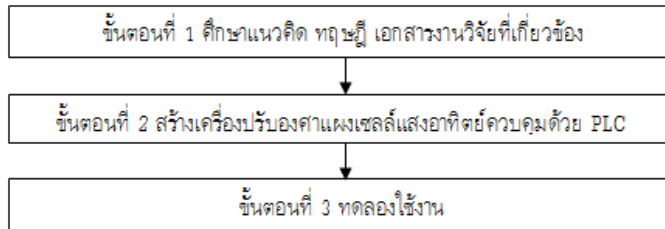
1. เพื่อสร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมได้
2. เพื่อเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมได้กับแบบปรับมุมไม่ได้

## ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาเรื่องการผลิตกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบบปรับมุมได้กับแบบปรับมุมไม่ได้ เพื่อเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ โดยผู้วิจัยได้ ดำเนินการอย่างเป็นลำดับ ดังนี้

### ตอนที่ 1 สร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้วิจัยได้จำแนกขั้นตอนการสร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC ออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้



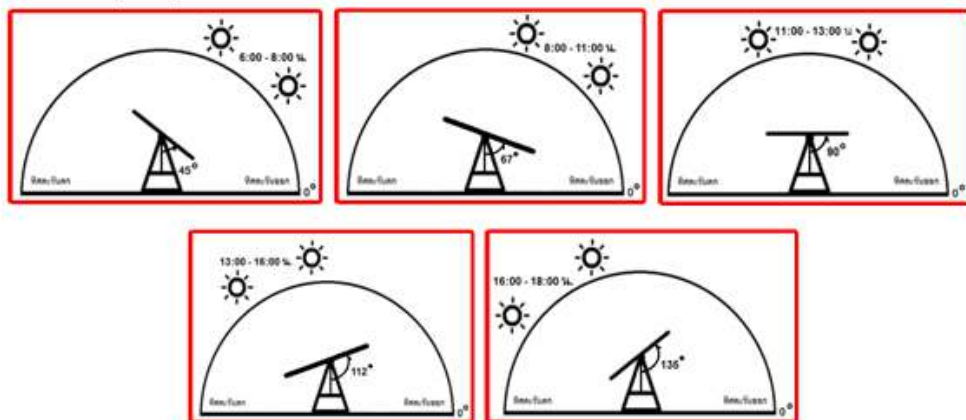
**แผนภูมิที่ 1** ขั้นตอนการสร้างและเปรียบเทียบการผลิตกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมได้กับแบบมุมคงที่

**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติชนิดต่างๆ นำข้อมูลมารวบรวมวิเคราะห์ เพื่อสร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

**ขั้นตอนที่ 2** สร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

2.1 สร้างระบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวที่ทำจากซิลิคอน ขนาด 120 วัตต์ ที่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์แบบปรับมุม 5 มุม (ภาพที่ 1)



**ภาพที่ 1** ลักษณะการเคลื่อนที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมกับดวงอาทิตย์

2.2 จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง อุปกรณ์ที่ใช้มี ดังนี้ 1. เหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว\*2 นิ้ว 2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 12 วัตต์ต่อตารางเมตร 3. Programmable Logic Controller (PLC.) 4. รีเลย์ (Relay) ขนาด 12 โวลต์กระแสตรง 5. มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรง 6. เครื่องควบคุมการชาร์จ 7. อินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 วัตต์ 8. แบตเตอรี่ Deep Cycle 80 AH

2.3 นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 120 วัตต์ต่อตารางเมตร มีความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่ในช่วง 12 โวลต์ มาวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อสร้างโครงสร้างเหล็กรองรับ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 โครงสร้างเครื่องป้องกันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับมุมได้ 5 มุม

#### 2.4 สร้างระบบกลไกการปรับมุมของตัวเครื่อง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ระบบกลไกปรับมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.5 สร้างวงจรควบคุมการทำงานของระบบกลไกการปรับมุมของตัวเครื่อง ใช้ Programmable Logic Controller (PLC) ของบริษัท Siemens รุ่น LOGO! 12/24 RC ตัวเครื่องใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12 ถึง 24 โวลต์ กระแสตรง สามารถรับสัญญาณอินพุต ได้ 8 อินพุต และส่วนของเอาต์พุต มี 4 Relays ควบคุมอุปกรณ์ที่มีกระแสสูงสุด 10 แอมแปร์ เขียนคำสั่งในการออกแบบวงจรได้ทั้งหมด 400 คำสั่ง นำ PLC มาใช้ในการออกแบบเพื่อทำหน้าที่ประมวลผล และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ PLC จะสั่งให้ 4 Relays ขนาด 12 โวลต์กระแสตรง เป็นอุปกรณ์บังคับการทำงานของมอเตอร์เกียร์กระแสตรงหมุนตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา เพื่อปรับมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ในมุมต่างๆ เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมกับดวงอาทิตย์ตามมุมที่กำหนดไว้ PLC จะสั่งให้มอเตอร์จะหยุดการทำงาน (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 วงจรควบคุมการปรับมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์



2.6 เครื่องควบคุมการชาร์จ (Charge controller) ขนาด 10 แอมป์ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ ประจุไฟฟ้าเข้ากับ แบตเตอรี่ Deep Cycle ขนาด 12 โวลต์ ขนาด 80 แอมป์ ภายในตัว Charge controller จะใช้อุปกรณ์ประมวลผล (Microcontroller) มาทำการประมวลผล และใช้วงจร PWM (Pulse Width Modulation) มาสร้างรูปสัญญาณไฟฟ้าควบคุมการทำงานของวงจรชาร์จประจุ แรงดันในการชาร์จแบตเตอรี่ โดยทั่วไป (Regulation Voltage) จะมีค่า 14.3 โวลต์ สำหรับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เมื่อแรงดันที่แบตเตอรี่เหลือประมาณ 11.5 โวลต์ Charge controller จะตัดอุปกรณ์ไฟฟ้าออกจากระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า การที่จะต่อทำงานของโหลดกลับเข้ามาใหม่ (Load reconnect) แบตเตอรี่จะต้องมีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นที่ 12.6 โวลต์ เพื่อให้การชาร์จประจุแบตเตอรี่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 วงจรควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้ากับ แบตเตอรี่ Deep Cycle

2.7 แบตเตอรี่ Deep Cycle สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของประจุไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ อายุการใช้งาน 4-5 ปี ต่างจากการใช้แบตเตอรี่รถยนต์ มีอายุการใช้งาน 2 ปี และสามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แบตเตอรี่ Deep Cycle จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงกว่านี้ อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง วิธีการคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ ที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า คือ แบตเตอรี่ จะมีหน่วยเป็น แอมป์อวอร์ด (Ah) การใช้ไฟฟ้า 1 แอมป์อวอร์ด หมายถึงการใช้กระแสไฟฟ้า 1 แอมป์ต่อ 1 ชั่วโมง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ขนาด 10 แอมป์ ใช้งานต่อเนื่องนาน 1 ชั่วโมง จะต้องใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาด 10 Ah จึงจะสามารถใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ การเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) รับไฟจากแบตเตอรี่ ผ่านวงจรไฟฟ้าภายใน ที่ประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์ ทำการแปลงแรงดันที่เป็นบวกและลบ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ อยู่ที่ 220-230 โวลต์ (V) ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ (Hz) อินเวอร์เตอร์ ชนิด เพียวซายน์เวฟ (Pure-Sine Wave) เหมาะสำหรับการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทมอเตอร์ เช่น พัดลม ตู้เย็น ได้ดี (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การต่อแบตเตอรี่ Deep Cycle เข้ากับ อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

### ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้งาน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC ไปทดลองใช้งาน เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่อง

### ตอนที่ 2 หาประสิทธิภาพเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

#### การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC. โดยการนำเครื่องไปติดตั้งในที่ที่มีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำการทดลองจำนวน 6 วัน และทำการเปรียบเทียบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ ทำการทดลอง ณ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ตำบลบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

#### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

##### 1. ขั้นตอนเตรียมการ

1.1 เตรียมเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

##### 2. ขั้นตอนดำเนินการ

2.1 ดำเนินการทดลองใช้เครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC ผลิตพลังงานไฟฟ้า

2.2 บันทึกรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เก็บข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่วันที่ 08:00 - 18:00 น.

ทำการทดลองจำนวน 6 วัน

2.3 นำผลจากการบันทึกรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

#### ผลการวิจัย

##### ตอนที่ 1 ผลการสร้างเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ขนาด 120 วัตต์ต่อตารางเมตร มาติดตั้งเข้ากับเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC ทดสอบให้ทำงานตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมควบคุมที่เขียนอยู่ในตัว PLC โดยตั้งเวลาการปรับมุม 5 เวลา คือในช่วงเวลา 06:00 - 08:00 น. แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำมุมกับดวงอาทิตย์ที่มุม 45 องศา ในช่วงเวลา 8:00 - 11:00 น. ที่มุม 67 องศา ในช่วงเวลา 11:00 - 13:00 น. ที่มุม 90 องศา ในช่วงเวลา 13:00 - 16:00 น. ที่มุม 112 องศา และในช่วงเวลา 16:00 - 18:00 น. ที่มุม 135 องศา เมื่อถึงเวลา 19:00 น. เครื่องจะปรับมุมให้กลับมายู่ที่ 45 องศา ในตำแหน่งเริ่มต้น (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 เครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC





## ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับองค์แสงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC

ผู้วิจัยทดสอบหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม 5 มุม กับดวงอาทิตย์ และระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ในแนวระนาบ สถานที่ทดสอบบริเวณพื้นที่กลางแจ้ง วันที่อากาศปลอดโปร่ง (ภาพที่ 8) แล้วบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าได้จากเครื่องมือวัดโวลต์มิเตอร์ และค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องมือวัดแอมมิเตอร์ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 8 ทดสอบหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 9 ทดสอบวัดค่าทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการทดสอบนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้คำนวณค่ากำลังไฟฟ้า ดังแสดงในสมการที่ 1

$$P = VI \quad (1)$$

โดยค่า P คือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือจูลต่อวินาที, V คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตัวนำที่มีกระแสผ่านหนึ่งแอมแปร์ และสูญเสียกำลังไฟฟ้านิ่งวัตต์ มีหน่วยเป็นวัตต์ (V), I คือการไหลของประจุไฟฟ้าที่ไหลข้ามพื้นผิวหนึ่งด้วยอัตราหนึ่ง คูლობ์ ต่อวินาที

ค่ากำลังไฟฟ้าและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม เมื่อเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่ พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่ทุกวันที่ทำการทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คักดา สุวรรณประเสริฐ (2546) ทั้งนี้เป็นผลมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม จะทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน ทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าทำได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเห็นได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมจะมีค่าน้อยกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่ แสดงว่าการผลิตกำลังไฟฟ้ามีค่าคงที่ตลอดวันระหว่างทำการทดสอบดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ข้อมูลกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ

วัน เดือน ปี	แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม		แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่		หมายเหตุ (ลักษณะท้องฟ้า)
	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	
12/07/57	79.59	0.5	57.65	1.4	ปลอดโปร่ง
13/07/57	58.98	0.6	47.95	1.2	เมฆมาก
19/07/57	82.97	0.6	62.55	1.9	ปลอดโปร่ง
20/07/57	81.57	0.7	60.73	1.7	ปลอดโปร่ง
26/07/57	57.25	0.8	46.35	1.6	เมฆมาก
27/07/57	56.38	0.6	46.54	1.7	เมฆมาก

ภาพที่ 10 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม โดยตั้งเวลาในการปรับมุม 5 เวลา และแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่กับแนวระดับ หรือติดตั้งอยู่กับที่ ผลการทดสอบมีดังนี้

วันที่ 12/07/57 เป็นวันที่มีอากาศปลอดโปร่ง ทำให้มีความเข้มของแสงอาทิตย์มากตลอดทั้งวัน กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 79.59 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 57.65 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมตามดวงอาทิตย์ ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 21.94 วัตต์

วันที่ 13/07/57 วันที่มีเมฆมากทำให้ความเข้มของแสงอาทิตย์น้อยกว่าปกติ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 58.98 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 47.95 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 11.03 วัตต์

วันที่ 19/07/57 มีอากาศปลอดโปร่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 82.97 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 62.55 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุม ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 20.42 วัตต์

วันที่ 20/07/57 มีอากาศปลอดโปร่ง แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 81.57 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 60.73 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 20.84 วัตต์

วันที่ 26/07/57 มีเมฆมาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 57.25 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 46.35 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 10.9 วัตต์

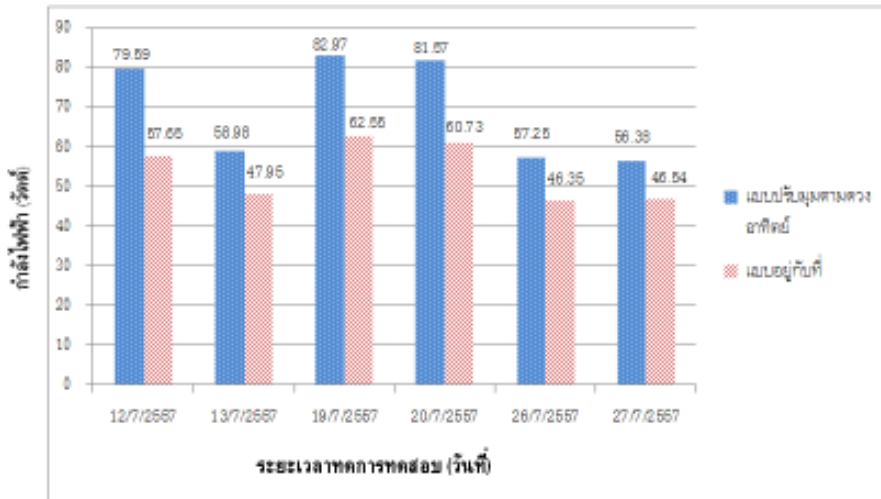
วันที่ 27/07/57 มีเมฆมาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 56.38 วัตต์ ส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 46.54 วัตต์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม ผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ มีค่าเท่ากับ 9.84 วัตต์

กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม เฉลี่ยทั้ง 6 วัน ผลิตกำลังไฟฟ้าได้แตกต่างจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เห็นว่า การเคลื่อนที่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับมุมสามารถผลิตกำลังไฟฟ้า





ได้มากกว่า จากการทดลองผลิตพลังงานไฟฟ้า ระยะเวลา 11 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 6 วัน พบว่าการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุม สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่อวันเฉลี่ย 69.45 วัตต์ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่อวันเฉลี่ย 53.62 วัตต์



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าและวันที่ทำการทดสอบ

### อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับผลการวิจัยดังนี้

เครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมตามดวงอาทิตย์ได้รับค่ารังสีดวงอาทิตย์ มากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมุมคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุชา ดีผาง (2550) ได้สร้างระบบติดตามดวงอาทิตย์ที่ควบคุมโดยการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในท้องฟ้าด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะได้รับค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้เมื่อติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์มีค่าที่สูงกว่าแบบที่ไม่ติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ โดยเฉลี่ยทั้งวันประมาณ 28.42 % เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับค่ารังสีดวงอาทิตย์มากมีผลทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้น กระแสไฟฟ้า เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง เมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะไม่แปรผันตามความเข้มของแสงมากนัก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีชา มหาไม้, นำพร บุญใหญ่ และภาสวรรณ วัชรดำรงศักดิ์ (2557) ได้สร้างระบบให้หน้าแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า การประจุพลังงานระบบที่มีการติดตามดวงอาทิตย์สามารถจัดเก็บพลังงานได้มากกว่าระบบที่ติดตั้งอยู่กับที่ คิดเป็นร้อยละ 17.72

### สรุป

การวิจัยในครั้งนี้พบว่า การให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดตามประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากผลการเปรียบเทียบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมตามดวงอาทิตย์กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับมุมตามดวงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่อวันเฉลี่ย 69.45 วัตต์ จ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาสูงกว่าแบบการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่อวันเฉลี่ย 53.62 วัตต์



### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่ามุมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่กระทำกับดวงอาทิตย์จะมีการแปรผันตรงกับกำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า ส่งผลให้ประหยัดเวลาในการประจุแบตเตอรี่ และลดจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้งาน เพราะการผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดตามประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นการใช้พลังงานทดแทนให้มีประสิทธิภาพ และเป็นพลังงานที่ยั่งยืนตลอดไป

### รายการอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2553). **พลังงานแสงอาทิตย์จากการตรวจวัด**. วันที่เข้าถึง 5 มกราคม 2557, จาก [http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/bsed/station\\_radiation/radiation\\_2553.pdf](http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/bsed/station_radiation/radiation_2553.pdf).
- ปรีชา มหาไม้, นำพร บัญญาใหญ่ และภาสวรรณ วัชรดำรงศักดิ์. (2557). ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**, 8(2),15-26.
- วิศิษฐ์ มหานิล. (2554). **ระบบเฝ้าตรวจวัดความเข้มรังสีแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- ศักดิ์ดา สุวรรณประเสริฐ. (2546). **เครื่องควบคุมแผงโซลาร์เซลล์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อนุชา ดีผาง. (2550). **ระบบติดตามดวงอาทิตย์ที่ควบคุมโดยการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในท้องฟ้าด้วยไมโครคอมพิวเตอร์**. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เอ็กโก กรุ๊ป. (2556). **โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์**. วันที่เข้าถึง 12 มกราคม 2557, จาก [http://www.egco.com/th/energy\\_knowledge\\_solar.asp](http://www.egco.com/th/energy_knowledge_solar.asp).